

## METHOD FOR MANUFACTURING HIGH STRENGTH COLD ROLLED SHEET STEEL WITH EXCELLENT DUCTILITY

**Publication number:** KR20020049667 (A)

**Publication date:** 2002-06-26

**Inventor(s):** SON WON HO [KR]; YOON JEONG BONG [KR]

**Applicant(s):** POSCO [KR]

**Classification:**

- **international:** B21B1/00; B21B1/00; (IPC1-7): B21B1/00

- **European:**

**Application number:** KR20000078882 20001220

**Priority number(s):** KR20000078882 20001220

### Abstract of KR 20020049667 (A)

**PURPOSE:** A method for manufacturing high strength cold rolled sheet steels for use in automobile panels is provided, which can produce a cold rolled sheet steel having excellent ductility and yield strength without stretcher strain by relatively low temperature annealing. **CONSTITUTION:** The method includes the steps of finish hot rolling a steel slab(the atomic ratio of Cu/S is 2-10) comprising C 0.0005-0.003 wt.%, Mn 0.1 wt.% or less, S 0.003-0.02 wt.%, P 0.03-0.07 wt.%, Al 0.01-0.1 wt.%, N 0.005 wt.% or less, Cu 0.05-0.3 wt.%, a balance of Fe and other inevitable impurities at higher than Ar<sub>3</sub> transformation temperature; cold rolling the steel sheet at a reduction ratio of 50-90 %; and continuous annealing the cold rolled steel sheet in the temperature range of 700-880[deg.]C for 10 seconds to 5 minutes.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. 7  
B21B 1/00

(11) 공개번호 특2002- 0049667  
(43) 공개일자 2002년06월26일

---

(21) 출원번호 10- 2000- 0078882  
(22) 출원일자 2000년12월20일

---

(71) 출원인 주식회사 포스코  
이구택  
경북 포항시 남구 괴동동 1번지

(72) 발명자 윤정봉  
경상북도포항시남구등촌동5번지포항종합제철소내  
손원호  
경상북도포항시남구등촌동5번지포항종합제철소내

(74) 대리인 홍성철  
김충진

심사청구 : 없음

---

(54) 연성이 우수한 고강도 냉연강판의 제조방법

---

요약

본 발명은 자동차, 가전 및 가구 등의 소재로 사용되는 냉연강판에 관한 것으로 품질을 향상하고 생산원가를 크게 절감하기 위하여 연속소둔 공정에서 저온 소둔해도 높은 성형성과 높은 항복강도를 확보할 수 있는 냉연강판 소재를 얻을 수 있는 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

본 발명의 연성이 우수한 고강도 냉연강판의 제조방법은 중량 %로, C:0.0005- 0.003%, Mn:0.1%이하, S:0.003- 0.02%, P:0.03- 0.07%, Al:0.01- 0.1%, N:0.005%이하, Cu:0.05- 0.3%, 나머지 Fe로 이루어지고 Cu/S 원자비가 2- 10 되게 조절된 강을 Ar<sub>3</sub> 변태점 이상의 열간마무리 압연온도에서 열간압연하여 열연 강판으로 한 다음 50- 90%의 압하율로 냉간압연한 후 700- 880°C 구간에서 10초- 5분간 연속소둔하는 것을 특징으로 한다.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 고강도 냉연강판에 관한 것으로 특히, 동일 인장강도 35kg/mm<sup>2</sup>급의 강에서 연성이 우수하며 항복강도가 높고 시효에 의한 결합(Stretcher Strain) 발생이 없는 특징이 있어 자동차의 내, 외판 등으로 사용되는 연성이 우수하면서 고강도인 냉연강판의 제조방법에 관한 것이다.

종래의 연속소둔방식으로 제조하는 인장강도 35kg/mm<sup>2</sup>급 냉연강판은 시효성 확보와 성형성 향상을 목적으로 강증 원소를 제거하기 위하여 티타늄, 니오븀 및 바나듐등 탄, 질화물형성원소를 첨가한 것이 대중을 이루고 있다. 그러나 이러한 방법은 소성 이방성 지수  $r_m$  값은 향상되나 항복강도 및 연신율이 낮고 고온에서 소둔해야 하는 문제점이 있었다. 특개평 2000- 303144의 경우에도 소둔온도가 낮을 경우  $r_m$  값이 크게 저하하므로 800°C 이상의 고온에서 소둔해야 하며 고온 소둔을 하더라도 연신율이 낮아 Stretching 가공성이 낮은 문제점이 있다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 종래 인장강도 35kg/mm<sup>2</sup>급 고강도 강판의 문제점인 항복강도를 상승시켜 성형된 제품의 외부 응력으로부터 변형을 최소화 할 수 있으며 재결정 온도가 낮아 저온에서 소둔하여도 연성이 우수한 특성을 갖는 강판의 제조방법을 제공하므로서 연질 냉연강판의 생산원가를 크게 절감하고자 하는데 그 목적이 있다.

#### 발명의 구성 및 작용

상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 중량%로 C:0.0005- 0.003%, Mn:0.1%이하, S:0.003- 0.02%, P:0.03- 0.07%, Al:0.01- 0.1%, N:0.005%이하, Cu:0.05- 0.3%, 나머지 Fe로 이루어지고 Cu/S 원자비가 2- 10 되게 조절된 강을 Ar<sub>3</sub> 변태점 이상의 열간마무리 암연온도에서 열간암연하여 열연강판으로 한 다음 50- 90%의 암하율로 냉간암연한 후 700- 880°C 구간에서 10초- 5분간 연속소둔하는 것을 특징으로 하는 연성이 우수한 고강도 냉연강판의 제조방법을 제공한다.

이하에 본 발명을 상세히 설명한다.

C함량 0.0005%이하에서는 고용 탄소의 함량이 너무 낮아 2차 가공시 P의 편석에 의한 크랙 발생 확률이 높으며 열연 결정립 또한 조대화하여 강도가 낮아지므로 하한값을 0.0005%이하로 제한하였으며, C를 0.003% 이상 첨가할 경우 강증 고용탄소의 양이 많아 시효현상을 발생하며 소둔시 집합조직 발달을 억제하여 성형성 및 연신율이 낮아지기 때문에 상한값을 0.003%로 제한하였다.

Mn은 통상 강증 고용 S를 MnS로 석출하여 고용 S에 의한 적열취성(Hot shortness)을 방지하기 위해 첨가하는데 본 발명강에서는 MnS 석출물을 미세화하여 강도를 증가하며  $r_m$  값을 향상하기 위한 것으로 Mn 첨가량이 0.1%이상에서는 MnS 석출물의 크기가 조대해지므로 Mn 첨가량의 상한값을 0.1%로 제한하였다.

S는 일반적으로 강의 물성을 저해하는 원소로 알려져 있지만 본 발명강에서는 CuS 석출물을 이용하여 결정립을 미세화 시켜 강도를 향상하는 역할을 하므로 결정립 미세화 효과가 나타나는 S 첨가량이 0.002%이므로 하한값을 0.002%로 하였으며 S 첨가량 0.02% 이상에서는 CuS 석출물이 조대해져 성형성이 크게 저하하므로 상한값을 0.2%로 제한하였다.

P는 냉연강판에서 성형성을 크게 저해하지 않으면서 강도를 향상시키는 원소로 알려져 있는데 본 발명강에서는 미세한 CuS 석출물을 이용한 결정립 미세화효과만으로는 강도가 부족하기 때문에 목표 강도를 확보하기 위하여 첨가한다. 목표 인장강도 35kg/mm<sup>2</sup>를 확보하기 위해서는 최소한 0.03% 이상을 첨가해야 하므로 하한값을 0.03%로 하였으며 P의 첨가량이 많을수록 강도는 증가하지만 동시에 연신율 및  $r_m$  값이 저하하여 성형성이 낮아지므로 성형성을 저하하지 않는 0.07%를 상한값으로 하였다.

Al은 탈산제로 첨가되지만 본 발명강에서는 강증에 잔존하는 고용 N을 석출하여 성형성을 향상하기 위해 첨가한다. 본 발명강에서 제시한 성분에서 고용상태로 잔존하는 N의 양 0.0005%를 석출하는데 약 0.001%의 AI 이 필요하지만 고용 N을 완전히 석출하기 위해 충분한 양의 AI를 첨가할 필요가 있으므로 하한값을 0.01%로 하였다. AI를 과량 첨가할 경우 성형성을 저하할 뿐만 아니라 AI 산화물에 의한 표면결함 발생 확률이 높기 때문에 상한값을 0.1%로 제한하였다.

Cu는 미세한 CuS 석출물을 석출하여 열연 결정립을 미세화하므로 강도를 향상하고 조대한 MnS 석출물의 생성을 방해하여 연성을 향상할 목적으로 첨가한다. Cu의 첨가량 0.05% 이하에서는 CuS 석출물의 양이 매우 적어 열연결정립을 효과적으로 미세화하지 못하므로 하한값을 0.05%로 제한하였으며, 0.3% 이상에서는 CuS 석출물의 조대화로 결정립 미세화에 의한 강화효과가 크게 저하하므로 상한값을 0.3%로 제한하였다.

Cu/S 원자비를 제한한 것은 CuS 석출물을 미세하게 석출하게 하여 열연 결정립을 미세화하여 강도를 상승하기 위한 것으로 Cu/S 비가 2이하일 경우 CuS 석출물의 양이 적어 열연 결정립의 성장을 효과적으로 방해하지 못하여 결정립을 조대하게되므로 하한값을 2로 하였으며 10이상되면 CuS 석출물의 크기가 너무 커서 열연 결정립 성장을 효과적으로 억제하지 못하므로 상한값을 10으로 하였다.

N은 0.005% 이상 첨가될 경우 성형성이 저하하며 시효현상도 발생하므로 상한값을 0.01%로 하였다.

열간압연조건은 통상의 조건으로 압연할 경우 본 발명강의 재질에 큰 영향을 주지 않으므로 제한하지 않았다.

냉간압연 조건은 본 발명강의 재질에 영향 주는데 냉간압하율이 너무 낮을 경우 소둔 재결정립이 조대하여 강도가 낮아지는데 냉간압하율 50% 이하에서는 목표로 하는 강도를 확보하기 어려우므로 하한값을 50%로 하였으며 냉간압하율 90% 이상에서는 결정립이 미세하여 강도는 높지만 연신율 및 성형성이 크게 저하하므로 상한값을 90%로 하였다.

소둔온도는 일반적으로 높을수록 결정립은 조대해져 강도는 낮아지고 성형성은 향상하는 것으로 알려져 있는데 본 발명강의 경우 700°C 이하에서는 결정립 성장이 작아 강도는 높지만 연신율 및  $r_m$  값이 목표값 보다 낮으므로 하한값을 700°C로 하였으며 880°C 이상 소둔할 경우 연신율 및  $r_m$  값은 높아지지만 강도가 낮아지므로 상한값을 880°C로 하였다.

#### ( 실시예)

표1은 본 발명강 및 비교강의 화학성분을 나타낸 것으로 이들 성분강의 강괴를 1250°C 가열로에 1시간 유지후 열간압연을 실시하였다. 이때 열간마무리 압연온도는 900°C, 권취온도는 650°C로 하였으며, 최종두께를 2.2mm로 하였다. 열간압연된 시편은 산세처리하여 표면의 산화피막을 제거한 후 냉간압연을 실시하였다. 이때 냉간압하율은 75%로 하였으며, 냉간압연이 완료된 시편은 기계적 특성을 조사하기 위한 인장 시편으로 가공한 후 연속소둔을 실시하였다. 인장 시편은 ASTM규격(ASTM E- 9 standard)에 의한 표준시편으로 가공하였다. 연속소둔은 소둔온도 750°C로 하여 소둔을 실시하였다. 소둔이 완료된 인장시편은 인장시험기(INSTRON 사, Model 6025)를 이용하여 항복강도, 인장강도, 연신율 및  $r_m$  (소성이방성 지수) 값을 측정하였다. 여기서  $r_m = (r_0 + 2r_{45} + r_{90})/4$ 이다.

[ 표 1]

[ 표 1]

발명강 및 비교강의 화학성분증량%										
강번	C	Mn	P	S	Al	N	Cu	Ti	Cu/S 원자비	
발명강1	0.0018	0.03	0.05	0.009	0.04	0.0029	0.11	0	6.169	
발명강2	0.0021	0.05	0.04	0.008	0.03	0.0015	0.09	0	5.67	
발명강3	0.0015	0.07	0.05	0.009	0.03	0.0021	0.07	0	3.92	
발명강4	0.0019	0.08	0.06	0.011	0.05	0.0011	0.13	0	5.96	
비교강1	0.0023	0.25	0.06	0.009	0.04	0.0042	0.02	0	1.12	
비교강2	0.0038	0.05	0.07	0.009	0.03	0.0021	0	0	0	
비교강3	0.0015	0.2	0.07	0.008	0.04	0.0018	0.1	0	6.3	
비교강4	0.0019	0.2	0.06	0.011	0.04	0.0031	0.25	0	11.5	
종래강	0.0035	0.25	0.07	0.011	0.04	0.0032	0	0.063	0	

표2는 본 발명강 및 비교강의 기계적 성질을 조사한 결과를 나타낸 표이다. 본 발명의 범위에 속하는 시료번호 1- 4는 인장강도  $35\text{kg/mm}^2$  이상, 연신율 45이상  $r_m$  1.7 이상의 매우 양호한 기계적 성질을 나타내었다. 한편 비교강 1의 경우 Cu 첨가량이 본 발명의 범위보다 낮은 0.02% 첨가되어 인장강도가 낮고 연신율이 낮을 뿐만 아니라  $r_m$  값도 낮다. 비교강 2는 Mn은 본 발명 범위내에 속하지만 C함량이 본 발명강의 범위에서 벗어났고 Cu를 첨가하지 않아 항복강도는 높지만  $r_m$  값이 낮아 성형성이 매우 낮다. 비교강 3은 Cu 첨가량 및 Cu/S 원자비는 본 발명의 범위에 속하지만 Mn 첨가량이 본 발명의 범위에서 벗어난 강으로 연신율은 높지만  $r_m$  값이 낮아 성형성이 낮다. 비교강 4는 Cu는 본 발명의 범위에 속하지만 Cu/S비가 11.5로 높아 인장강도는 확보하였으나, 조대한 CuS 석출물의 석출로  $r_m$  값 및 연신율이 매우 낮다. 한편 종래강인 인장강도  $35\text{kg/mm}^2$ 급 티타늄첨가강의 경우 인장강도는 확보하였으나, Mn 첨가량이 높고, Cu가 첨가되지 않아  $r_m$  값 및 연신율이 낮아 성형성이 본 발명강에 비해 매우 낮다.

[ 표2 ]

[ 표 2 ]

본 발명강 및 비교강의 기계적 성질					
강 번	기계적 성질			비 고	
	항복강도	인장강도	연신율	$r_m$ 값	
발명강1	$25.5\text{kg/mm}^2$	$36.1\text{kg/mm}^2$	48.9%	1.81	750°C 소둔
발명강2	$24.6\text{kg/mm}^2$	$35.3\text{kg/mm}^2$	50.4%	1.81	"
발명강3	$25.6\text{kg/mm}^2$	$35.8\text{kg/mm}^2$	49.2%	1.78	"
발명강4	$26.8\text{kg/mm}^2$	$37.2\text{kg/mm}^2$	47.6%	1.72	"
비교강1	$23.2\text{kg/mm}^2$	$34.1\text{kg/mm}^2$	45.6%	1.53	"
비교강2	$27.6\text{kg/mm}^2$	$38.8\text{kg/mm}^2$	41.2%	1.32	"
비교강3	$24.4\text{kg/mm}^2$	$36.2\text{kg/mm}^2$	44.6%	1.51	"
비교강4	$24.8\text{kg/mm}^2$	$36.8\text{kg/mm}^2$	42.2%	1.51	"
종래강	$22.5\text{kg/mm}^2$	$35.8\text{kg/mm}^2$	45.2%	1.65	830°C 소둔

### 발명의 효과

본 발명 방법에 의하면 연성이 우수하면서도 고강도인 냉연강판 제조가 가능하고 또한 저온에서 소둔하는 것이 가능하여 생산원가를 크게 절감할 수 있는 효과가 있다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1.

종량 %로 C:0.0005- 0.003%, Mn:0.1%이하, S:0.003- 0.02%, P:0.03- 0.07%, Al:0.01- 0.1%, N:0.005%이하, Cu:0.05- 0.3%, 나머지 Fe로 이루어지고 Cu/S 원자비가 2- 10인 강을 Ar<sub>3</sub> 변태점 이상의 열간마무리 압연온도에서 열간압연하여 열연강판으로 한다음 50- 90%의 압하율로 냉간압연한후 700- 880°C 구간에서 10초- 5분간 연속소둔하는 것을 특징으로 하는 연성이 우수한 고강도 냉연강판의 제조방법.